©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Nachr ent. Ver. Apollo, Frankfurt, N. F., Bd. 6, Heft 4: 181–200 – Dezember 1985

Aspects of the larval biology of myrmecophilous Lycaenids from West Malaysia (Lepidoptera)

by

U. MASCHWITZ, M. SCHROTH, H. HÄNEL and Y P. THO

Summary: The preimaginal instars of three Malayan Lycaenidae species are described. The relationships between the larvae and ants are analysed. *Drupadia theda thesmia* HEWITSON 1863, and *Surendra vivarna amisena* HEWITSON 1862, live in symbiosis with ants. They show perfect mimesis and look exactly like their food plants. The third species, *Tarucus waterstradti vileja* FRUHSTORFER 1918 has to be regarded as a parasite of ants.

Drupadia feeds on flowers of *Ixora humilis* (Rubiaceae). It was observed with the ant *Crematogaster difformis* (Myrmicinae). *Surendra* feeds on young shoots of *Albizia falcata* (Mimosaceae) and was visited by the ant *Anoplolepis longipes* (Camponotinae). *Taurucus* feeds on *Eugenia* sp. (Myrtaceae) and was associated with a *Crematogaster* species (Myrmicinae). The caterpillars are figured in color.
The myrmecophilic relationships are discussed.

Beiträge zur Larvalbiologie myrmecophiler Lycaeniden aus West-Malaysia (Lepidoptera).

Zusammenfassung. Von den drei malaysischen Lycaeniden-Arten
(1) *Drupadia theda thesmia* HEWITSON 1863
(2) *Surendra vivarna amisena* HEWITSON 1862
(3) *Tarucus waterstradti vileja* FRUHSTORFER 1918
werden Entwicklungsstadien beschrieben und farbig abgebildet sowie das Zusammenleben mit Ameisen dokumentiert.
Dabei leben die Arten (1) und (2) in Symbiose mit den Ameisen und zeigen als Raupe sehr gute Futterpflanzenmimese, währed (3) als Parasit einzuschätzen ist.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Folgende Futterpflanzen und vergesellschaftete Ameisen wurden gefunden:

Lycaeniden	Futterpflanzen	Ameisen (Formicidae)
(1)	*Ixora humilis* (Rubiaceae)	*Crematogaster difformis* (Myrmicinae)
(2)	*Albizia falcata* (Mimosaceae)	*Anoplolepis longipes* (Camponotinae)
(3)	*Eugenia* sp. (Myrtaceae)	*Crematogaster* sp. (Myrmicinae)

Die myrmekophilen Beziehungen der Raupen werden eingehend diskutiert. Ein ausführlicher deutschsprachiger Text folgt hinter dem englischen.

Introduction

Among the Rhopalocera the Lycaenids are definitely the largest family in South East Asia (CORBET et al., 1978). Among other things the more or less close relationships between these butterflies and ants might be a reason for the species diversity. The abundant ants have a strong influence on the entomofauna of this region. They are the dominating predators among insects.

During our myrmecological studies in Malaysia we repeatedly observed larvae of lycaenids being visited by ants. Here we report hitherto unknown life histories of lycaenids; two species have developed an excellent foodplant mimesis.

Methods: During a period of study from the beginning of October 1982 to the end of February 1983 we looked for larvae and adults in different forest areas of the Malayan peninsula. Some of the larvae were taken into the laboratory for observation and breeding.

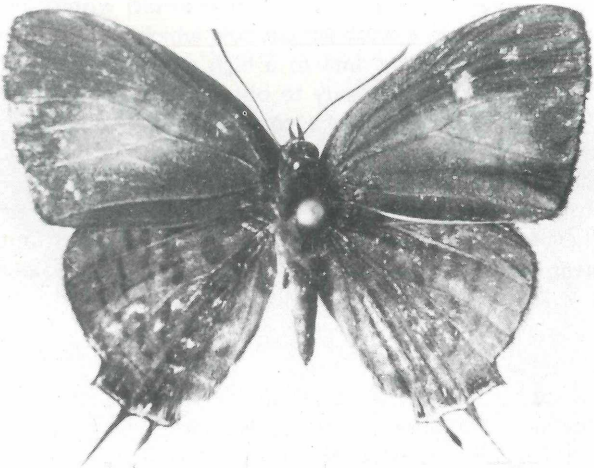
Results

1. *Drupadia theda thesmia* HEWITSON 1863 (Theclinae, Cheritrini)

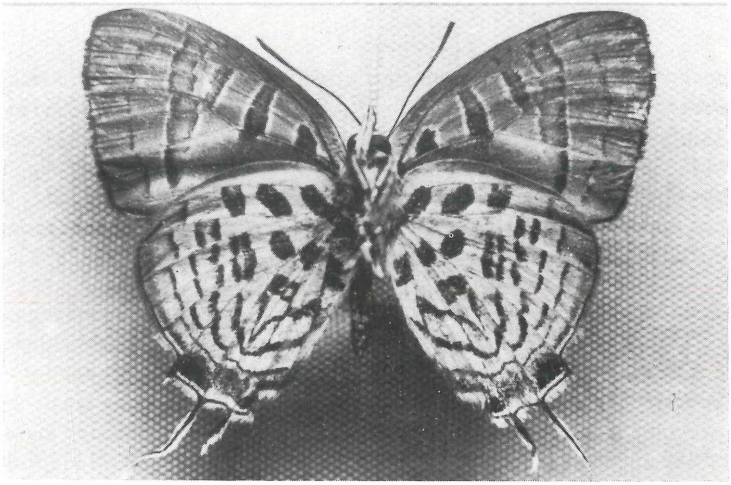
Fig. a): Upper- and underside of *Drupadia theda thesmia* HEWITSON, 1863 ♂, leg. 16. I. 1983, Padang Besar, N-Malaysia, in coll. SCHROTH

We discovered this magnificently camouflaged larvae feeding on flower umbels of *Ixora humilis*, a Rubiaceae tree, in the Gombak valley near Kuala Lumpur.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



a



Aphids fed on the flowers at the same time, they fell prey to aphids-feeding larvae of *Allotinus davidis* ELIOT (Lycaenidae). The aphid colony was visited by the ant *Crematogaster difformis*. The ant did not only care for the aphids but gathered around thicker parts of the stem. These thickenings turned out to be larvae of *D. theda thesmia*. The shape of the larvae is flat and attaches to the stem of the feeding plant which is typical for myrmecophilous lycanids. The color of the isopod-shaped larva exactly resembled the ruby red stem color (color-fig. 5).

Only the dorsal line was colored slightly yellowish. The larvae were feeding on the stems, flowers and buds. The eggs were deposited at the flowers and stems,

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

we found five L_1-larvae (being yellowish in that instar) within the flower. The older larvae showed a thick, granulated cuticula which was ruby red. Especially the older larvae were visited by ants to a high extent. They mainly gathered around the posterior part of the body to obtain secretion from the Newcomer gland (color-fig. 6). When there was a contact with ants the larvae protruded their brush-organs or „tentacles" for a second. One day before pupation the larvae changed their color into dark red. The newly hatched pupae were dorsally red, laterally orange. Within one day they changed to a filthy red brown with dark spots. They had a pupal duration of 14 days. The exact imitation of the host plant flower indicates that this lycaenid is strictly monophagous.

2. *Surendra vivarna amisena* HEWITSON 1862 (Theclinae, Arhopalini)

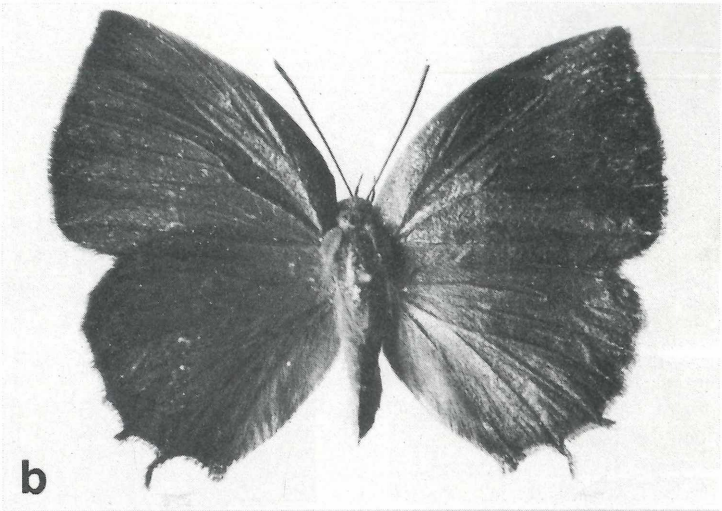
Fig. b): Upper- and underside of *Surendra vivarna amisena* HEWITSON 1862 ♀, e. l. l. 1983, Kepong, Malaysia, in coll. SCHROTH →

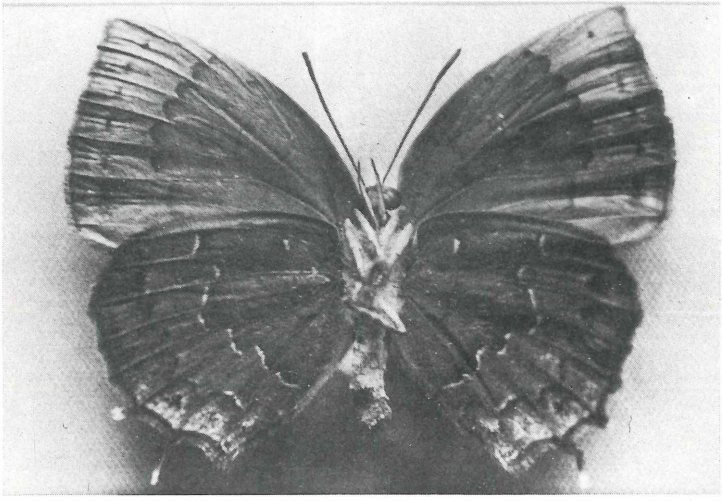
We discovered the larvae of this butterfly on the young shoots of a tree of *Albizia falcata* (Mimocaceae) at the edge of a secondary forest in the lowlands near Kuala Lumpur. The whitish eggs were distinctly spinous and were deposited singly or in groups of up to three on the tips of the shoots (color-fig. 1). The yellowish first instar hatched on the tip or the edges of the egg and showed distinctive browish transervse ornamentation. The older larvae strinkingly resembled their feeding plant in shape and color (color-fig. 2).

The oblong, strongly arched caterpillars pressed their flat ventral side closely to the stem, hiding the head under the pronotum. The lower, strongly bulged parts of their lateral sides were marked by a dark green stripe, followed by a white and a yellow-green one. Laterally the larvae showed six dark green diagonal stripes crossing the segmental borders, which were linited dorsally by a white and ventrally by a green line. In this way they closely resembled a young compound leaf. Dorsally the larvae were marked by a central dark green line, which was framed by two light green lines. The cuticle was granulated and distinctly hairy. Only on the caudal part there was a green shining field without hairs. The larvae were visited by ants constantly, in our case by the camponotine species *Anoplolepis longipes*. When in contact with the ants, the larvae protruded their tentacle organs and secreted from the Newcomer gland (color-figs. 3 + 4).

Two days before pupation the 20 mm long larvae changed their color to brownish-violet and stopped feeding. The pupal stage lasted 13 days.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at





Color plates, see next pages:

Fig. 1: Eggs of the lycaenid *Surendra vivarna amisena* HEWITSON on foodplant *Albizia falcata* (Mimosaceae). (Photograph: I. 1983, Kepong, W. Malaysia, MASCHWITZ.) — **Fig. 2:** Older larva of *S. vivarna*. The color and pattern excellently match that of the foodplant (see text). Length of larva 1,5 cm. (I. 1983, Kepong, MASCHWITZ.) — **Fig. 3:** Last instar larva of *S. vivarna* attended by ants (*Anoplolepis longipes*). The arrows mark the extruded tentacles. Below the Newcomer gland appears as a small slit. Length of larva 2 cm. (I. 1983, Kepong, SCHROTH.) — **Fig 4:** Two ants palpating the abdomen of the larva

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

1

2

5

6

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

of *S. vivarna*. The Newcomer gland is clearly visible at the front leg of the right ant. (I. 1983, Kepong, HÄNEL.) – **Fig. 5:** Young larva of *Drupadia theda themisa* HEWITSON. The camouflaged caterpillar is usually resting at the flower stems of *Ixora humilis* (Rubiaceae). (I. 1983, Gombak Field Station near Kuala Lumpur, MASCHWITZ.) – **Fig. 6:** Last instar larva of *D. theda*. The larvae are permanently visited by ants and only visible because of the ant gatherings. Length of larva 1,5 cm. (I. 1983, Gombak Field Station, MASCHWITZ.). **Fig. 7:** Last instar larva of *Tarucus waterstradti vileja* FRUHSTORFER being visited by a *Crematogaster* sp. ant (Myrmicinae). The ant on the back of the caterpillar releases defensive fluid. Length of larva 1 cm. (XII. 1982, Gombak valley, HÄNEL.) – **Fig. 8:** Pupa of *T. waterstradti* amidst the carton nest of the host ant *Crematogaster* sp., which is built on the branches of the food-plant. (XII. 1982, Gombak valley, MASCHWITZ.).

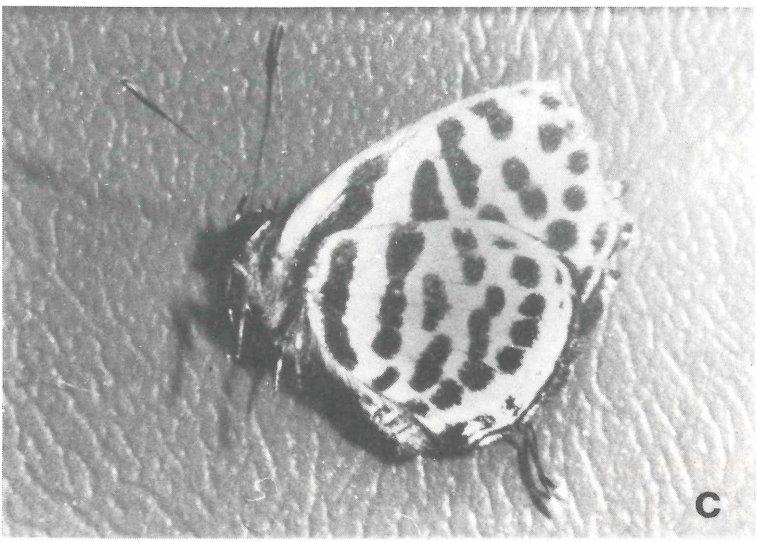
Farbtafeln, siehe Seiten vorher:

Abb. 1: 3 Eier der Lycaenide *Surendra vivarna amisena* HEWITSON auf dem Stengel der Futterpflanze *Albizia falcata* (Mimosaceae). (Foto: I. 1982, Kepong, Malaysia, MASCHWITZ.) – **Abb. 2:** Ältere Raupe von *S. vivarna*. Die Raupen sind durch Form, Zeichnung und Färbung exzellent an die Futterpflanze angepaßt (s. Text). Länge der Raupe etwa 1,5 cm (I. 1982, Kepong, Malaysia, MASCHWITZ.) **Abb. 3:** Adulte Raupe von *S. vivarna* mit Ameisen (*Anoplolepis longipes*, Camponotinae). Der Pfeil kennzeichnet das von der Raupe ausgestreckte paarige Pinselorgan. Darunter, dorsal als schmaler Querspalt zu erkennen: die Newcomer-Drüse. Raupenlänge: ca. 2 cm. (I. 1982, Kepong, Malaysia, SCHROTH.). **Abb. 4:** Ameisen beim Betrillern des Abdomens der Raupe von *S. vivarna*. Deutlich ist vor dem Vorderbein der rechten Ameise die Newcomer-Drüse zu erkennen, aus der zuckerhaltiges Sekret von der Raupe abgegeben wird. (I. 1982, Kepong, HÄNEL.) – **Abb. 5:** Junge Raupe von *Drupadia theda thesmia* HEWITSON. Die wie die Blütenstiele der Futterpflanze (*Ixora humilis*, Rubiaceae) rotgefärbte Raupe hält sich bevorzugt in den Achseln der Blütenstiele auf und ist deshalb hervorragend getarnt. Raupenlänge: 5 mm. (I. 1982, Gombak Field Station bei Kuala Lumpur, Malaysia, MASCHWITZ.) – **Abb. 6:** Adulte Raupe von *D. theda*. Die Raupe wird permanent von Ameisen der Art *Crematogaster difformis* besucht. Im Freiland wurden die mimetischen Raupen von uns erst durch diese Ameisenansammlung bemerkt. Länge der Raupe etwa 1,5 cm. (I. 1982, Gombak Field Station, MASCHWITZ.) – **Abb. 7:** Erwachsene Raupe von *Tarucus waterstradti vileja* FRUSTORFER. Sie wird von einer *Crematogaster*-Art (Myrmicinae) besucht. Die Ameise auf dem Rükken der Raupe gibt gerade einen Wehrsekrettropfen ab. Länge der Raupe etwa 1 cm. (XII. 1981, Gombak Valley bei Kuala Lumpur, Malaysia, HÄNEL.) – **Abb. 8:** Puppe von *T waterstradti* unter dem Nestkarton ihrer Wirtsameise (*Crematogaster* sp.), mit dem die Zweige der Futterpflanze (*Eugenia* sp., Myrtaceae) überbaut wurden. (XII. 1981, Gombak Valley, MASCHWITZ.)

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

3. *Tarucus waterstradti vileja* FRUHSTORFER 1918 (Polyommatinae, Polyommatini)

Fig. c): Underside of *Tarucus waterstradti vileja* FRUHSTORFER 1918, e. l. I. 1983 Gombak Valley, Kuala Lumpur, Malaysia



The butterfly is restricted to West Malaysia and Sumatra and is reported to be a very scarce (CORBET et al. 1978). FLEMING (1975) lists Borneo as part of its range where is was found feeding on *Ziziphus jujuba* (Rhamnaceae).

We found larvae of this species in the Gombak valley (350 m alt.) in large numbers on a fallen tree of the genus *Eugenia* (Myrtaceae). The larvae fed on the underside of the leaves along to the veins, only leaving the upper epidermis.

The observed last instar larvae were apple-green with a distinct black rhomboid patch on the dorsum. A black reddish line marked the dorsal side by connecting the patch with the tip at the end. The whole surface was covered with long flattened bristles (color-fig. 7). Surprisingly only one of the branches was colonized by the larvae (more than 100), which had already destroyed nearly all leaves when the tree fell down.

At the same branch a colony of a small *Crematogaster* species was found (Formicidae, Myrmicinae) which built their carton nests between the twigs of this branch. The nests contained scales (Coccidae). We were able to observe that most of the larvae entered the carton nests for pupation. There we found green pupae which changed the color to dark brown after a few days (color-fig. 8).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Fig. d): Foodplant of *Tarucus waterstradti vileja* FRUHSTORFER 1918: *Eugenia* sp., showing skeletoned leaves.

On the branch we discovered last instar larvae, pupae of all ages and pupal exuviae. Very few pupae were detected in holes of the twigs. The larvae were cared for by the ants in the typical way. This species also protruded the tentacles when an ant touched it. Like in the two other species we observed the secreting of the Newcomer gland.

On other large branches of the same tree we failed to find any larvae or feeding places. They were colonized by different ant species, mainly a large *Dolichoderus* species (Formicinae, Dolichoderinae) which had carton nests between the twigs as well.

Discussion

The larvae of the two Theclinae species are protected from predators in several ways. Their brilliant camouflage possibly forms the protection against insectivorous birds, which rely on optical cues. But a larva which is colored like its surrounding has advantages over insufficiently camouflaged insects also against lurking mantids, lizards, or frogs. Protection against the omnipresent ants, which form the dominant predators on larvae of the tropics among the arthropods, is obtained by the appeasement substances produced in the perforated cupola glands of the larval cuticle.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Although we did not analyse the structure of this gland in our species, we conclude from the typical behaviour of the ants and from the work of MALICKY (1960) that they are present. He found the glands even in those subfamilies of the Lycaenids, which do not possess the typical myrmecophilic organs (tentacles and Newcomer gland).

There is an additional active protection of the larvae by the ants as was shown by PIERCE and MEAD (1981) experimentally for one species of Lycaenidae. This protection is obtained by frequent visits of ants in large numbers. By this the larvae are incorporated into the food territory of the ants. Similar to the honeydew donating aphids or extrafloral nectaries they are defended against competitors and predators. The reason for this protection is the secretion of the nutritive, sugar-containing products by the Newcomer gland. This gland is visited repeatedly and the number of the visitors is enlarged by a typical recruiting behavior.

PIERCE and MEAD (1981) discuss the possibility that the amount secreted by the Newcomer gland is too little to be of any significant nutritive value; they see the larvae only as feigners of secreting homopteres.

According to our previous investigations with *Lysandra hispana* HERRICH-SCHÄFER 1852 (MASCHWITZ et al. 1975) it seems problematical to generalize the hypothesis of PIERCE and MEAD. In contrast to their theory we were able to observe the frequent and comparatively plentiful secretion of the nutritive liquid by the Newcomer gland of this Lycaenid species (about 50 drops/h). The constant visits by ants to this species in the field led to the conclusion that recruiting behavior of ants was involved.

We encountered the larvae of *Tarucus waterstradti vileja* only once, therefore our knowledge about this species is only fragmentary. As mentioned earlier, this species is supposed to be very scarce (CORBET et al. 1978). The explosion of its local population led to the described defoliation of the branch of *Eugenia* sp.

The varying age of the larvae and pupae proved that the eggs were not deposited at once. The close relationship between the various stages and the ants, and the complete absence of larvae from all other branches of the tree, inhabited by other ants, implicates a twofold specialisation on both foodplant and hosting ant. This would be a reason for the obvious scarcity. A similar case of twofold specialisation was reported by ATSATT (1981) in *Ogyris amaryllis* (Lycaenidae) and *Jalmenus* spp. (Lycaenidae).

The relationship between *T. waterstradti* and the *Crematogaster* ants, which might originally have been a typical symbiontic one, obviously drifts towards a parasitic one. The larvae, protected by their myrmecophilous organs, damage

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

the habitat of the ant. Similar types of parasitism were reviewed by COTTRELL (1984). An exciting example of such a „symbiontic" parasitism is the behaviour of several *Arhopala* species, feeding on different *Macaranga* species (Euphorbiaceae) (MASCHWITZ et al. 1984). Like in *T waterstradti* the ants, living in the *Macaranga* spp., protect the lycaenid larvae, which feed on the habitat of the ants. This might lead to a disadvantage for the ants.

The parasitism of the Miletinae (Lycaenidae) towards ants is somewhat different. We were able to study this relationship in detail for the Miletinae species *Allotinus unicolor* FELDER (MASCHWITZ et al., in press). The larvae are not phytophagous but feed on the aphids, symbiotic partners of the ants. The adult butterflies feed on honeydew from the aphids. In this subfamily the perforated cupola organs are the only myrmecophilic systems (MALICKY, 1969).

An example of true parasitism of Lycaenids towards ants are the genera *Maculinea* and *Lepidochrysops,* where last instar larvae are predators of ant larvae (review by COTTRELL, 1984). The L_4 of *Maculinea teleius* leave their foodplant *Sanguisorba officinalis* LINNE to follow the scent trails of *Myrmica* sp. leading to the nest (SCHROTH and MASCHWITZ, 1984). Secretion in the Newcomer gland is only produced during the phase of adoption into the nest.

Finally a number of different relationships between lycaenids and ants become obvious:

A: Exclusion of aggressiveness of the ants by appeasement-substances from the perforated cupolas of the larval epidermis, perhaps mimicing chemical signals of the ants.

B: Optional symbiontic relationships, i.e. only occasional visits to larvae by the ants.

The obligatory necessity of the visits by the ants as it was postulated by HARRISON (1905) e.g. for *Aricia agestis* DENIS & SCHIFFERMÜLLER (*Polyommatus astrarche* BGSTR.) is according to recent observations by RICHTER (unpubl.) at least for this species not compulsory. He was able to breed the species without any contact with ants.

C: Larvae have a damaging or parasitical effect.
- a) by feeding on the habitat of the ants (e. g. *T waterstradti* FRUHST.)
- b) by destruction of the homopteran partners
  1. indirectly by destruction of the aphids' food (plant)
  2. directly by predation on the homopteres (e. g. *Miletinae* species).
- c) by directly feeding on the larvae of the ants (e. g. *Maculinea* sp.).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Acknowledgement

The observations in the field at the Ulu Gombak Field Station (University of Malaya in Kuala Lumpur) were partly funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft. Lycaenidae were determined by Lt. Col. J. N. ELIOT, Taunton, GB.
Thanks to Mr. G. RICHTER and Mr. H. FABEL for preparing the color plates in the usual high standard.

Einleitung

Unter den Echten Tagfaltern sind die Lycaeniden in Südostasien bei weitem die größte Familie (CORBET et al., 1978). Dies hängt sicher unter anderem damit zusammen, daß die meisten dieser Schmetterlinge als Larven mehr oder minder enge trophobiontische Beziehungen zu Ameisen haben, die als dominierende Raubinsekten die Entomofauna dieser Region entscheidend beeinflussen.

Bei unseren Ameisenstudien in West-Malaysia stießen wir immer wieder auf Bläulingsraupen, die von Formiciden besucht werden. Hier soll über drei bisher unbekannte Entwicklungszyklen solcher Bläulingsarten berichtet werden, von denen zwei zudem durch ihre hervorragende Futterpflanzenmimese ausgezeichnet sind.

Ergebnisse

1. *Drupadia theda thesmia* HEWITSON 1863 (Theclinae, Cheritrini) (vergl. Abb. a)

Wir entdeckten die hervorragend getarnten Raupen dieses Schmetterlings, die an Blütendolden von *Ixora humilis,* einer baumförmigen Rubiacee, fraßen, durch einen Zufall im Gombaktal nahe Kuala Lumpur (400 m NN). Hier saugten gleichzeitig Blattläuse, die von der Ameisenart *Crematogaster difformis* besucht wurden. Die Arbeiterinnen dieser Myrmicine saßen jedoch nicht nur an den Blattläusen, sondern versammelten sich auch an einigen verdickten Stellen der Blütenstengel. Diese Verdickungen erwiesen sich überraschenderweise als große Raupen von *D. theda thesmia.* Die Raupen besaßen die typische asselförmige, flachgedrückte Form myrmecophiler Bläulingsraupen und preßten sich an die Stengel der Futterpflanzenblüten an. Die Färbung entsprach genau der weinroten Stengelfarbe (Farbtafel Abb. 5).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Die Eier wurden an den Blüten und Blütenstengeln abgelegt. Wir fanden insgesamt fünf zunächst gelbliche Eilarven in der Blütendolde. Die jungen Larven verfärbten sich später völlig weinrot. Erwachsene Raupen besaßen eine körnige, dicke Haut.

Vor allem die älteren Raupen waren dicht von Ameisen belaufen. Sie versammelten sich vor allem an der am Körperende dorsal liegenden Newcomer-Drüse, um das Sekret dieses Organs aufzunehmen (Farbabb. 6). Bei Kontakt mit den Ameisen streckten die Raupen kurzzeitig ihre papillenförmigen Pinselorgane heraus. Einen Tag vor der Verpuppung färbten sich die Raupen einfarbig dunkelrot. Die frischen Puppen waren dorsal rötlich und an den Seiten heller gefärbt. Sie verfärbten sich nach einem Tag und bekamen dunkle Punkte auf einem verwaschenen rötlich, gelblich und bräunlich gefleckten Untergrund, so daß sie wie verschmutzt wirkten. Die Puppenruhe betrug 14 Tage. Die außerordentliche genaue Nachahmung der Blüte der beobachteten Futterpflanze läßt auf eine Monophagie dieses Schmetterlings schließen.

2. *Surenda vivarna amisena* HEWITSON 1863 (Theclinae, Arhopalini) — vergl. Abb. b

Wir fanden die Raupen dieses Schmetterlings an jungen Trieben der baumförmigen Mimosacee *Albizia falcata* am Waldrand eines Sekundärforstes im Tiefland in der Nähe von Kuala Lumpur. Die weißlichen Eier, die viele Höcker besaßen, waren einzeln oder in Gruppen von bis zu drei Exemplaren an den Stengeln der Triebspitzen abgelegt (Farbtafel Abb. 1).

Die gelblichen und bräunlichen, mit Querbändern versehenen Eiräupchen schlüpften an der Spitze oder an der Seite der Eiwand. Die älteren Larven waren hervorragend in Form und Farbe an ihre Futterpflanzen angepaßt (Farbtafel Abb. 2). Sie waren länglich und hochgewölbt und preßten ihre flache Unterseite dem Stengel an. An den Körperflanken fanden sich sechs dunkelgrüne Schrägstreifen, die über die Segmentgrenzen hinausgingen und nach oben von einer weißlichen, nach unten von einer hellgrünen Linie umrahmt wurden. Mit dieser Färbung imitieren sie sehr genau die Farbe der jungen Blattfieder ihrer Futterpflanze. Die Körperhaut der Tiere war gekörnt und kurz behaart, nur am Hinterende fand sich dorsal ein grünes, glänzendes Feld. Die Raupen wurden eifrig von Ameisen besucht, in dem beobachteten Fall von der Camponotine *Anoplolepis longipes.* Bei Kontakt streckten die Raupen die länglichen Papillenorgane hevor und gaben aus der Newcomer-Drüse Sekrettröpfchen ab (Farbtafel Abb. 3 und 4).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Zwei Tage vor der Verpuppung verfärbten sich die etwa 20 mm langen Raupen bräunlich violett und verließen die Futterstelle. Die Puppenruhe betrug 13 Tage. Auch bei dieser Art dürfte wegen der hochgradigen Mimese der Larven mit der Futterpflanze Monophagie vorliegen.

3. *Tarucus waterstradti vileja* FRUHSTROFER 1918 (Polyommatinae, Polyommatini) – Abb. c

Der Schmetterling ist nach CORBET et al. (1978) auf Westmalaysia und Sumatra beschränkt und gilt als sehr selten. FLEMING (1975) gibt die Art auch für Borneo an, wo sie auf der Futterpflanze *Zizyphus jujuba* (Rhamnaceae) gefunden wurde.

Wir fanden die Raupen dieses Bläulings im Gombaktal bei Kuala Lumpur in 350 m Meereshöhe in einem Massenvorkommen auf einem umgestürzten Baum aus der Gattung *Eugenia* (Myrtaceae). Die Larven fraßen streifenförmig entlang der Blattadern an der Unterseite der Blätter und ließen von dem Blattgewebe meist nur die obere Epidermis übrig (Abb. d).

Die erwachsene Raupe zeigt Farbtafel Abb. 7

Überraschenderweise war nur der Blattbereich eines etwa 4 m langen Astes von über einhundert unterschiedlich alten Raupen besiedelt, die bereits einen großen Teil der Blätter zerfressen hatten. Auf diesem Ast lebte gleichzeitig eine Kolonie einer kleinen *Crematogaster*-Art (Formicidae, Myrmicinae), die ihre Kartonnester an den Ästen des Baumes errichtete. In den Nestern befanden sich Schildläuse (Coccidae). Wir konnten beobachten, daß sich die meisten Raupen zum Verpuppen in das Innere der Kartonnester zurückzogen. Dort fanden wir grüne Puppen, die sich später dunkelbraun verfärbten (Farbtafel, Abb. 8). Wir entdeckten auf dem Baum großen Raupen, junge und ältere Puppen und Puppenhäute. Wenige Puppen fanden sich auch in Astvertiefungen. Die Raupen wurden von den Ameisen befühlert und beleckt. Bei Kontakt stülpten sie ihre Pinselorgane aus und gaben an die Arbeiterinnen das Sekret ihrer Newcomer-Drüse ab.

Auf einem zum Vergleich untersuchten Nachbarast fanden sich keinerlei Larvenstadien und keine Fraßstellen. Er war von einer rotköpfigen großen *Dolichoderus*-Art (Formicidae, Dolichoderinae) besiedelt, die hier auf Blättern und Ästen ihre Kartonbauten errichtete.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Diskussion

Die Larven der beiden Theclinen sind auf mehrfache Weise vor tierischen Feinden geschützt. Ihre hervorragende Tarnung dürfte vor allem einen wirksamen Schutz gegen sich optisch orientierende, aktiv suchende Feinde, in der Hauptsache gegen insektenfressende Vögel, darstellen. Aber auch gegen tagaktive, optisch jagende Lauerjäger, wie Gottesanbeterinnen, Echsen oder Baumfrösche, ist eine in Farbe und Form gut an den Untergrund angepaßte Raupe, die sich langsam bewegt, besser geschützt als ein wenig getarntes Tier.

Gegen die allgegenwärtigen Ameisen, die vor allem in den Tropen wichtige Raupenjäger unter den Arthropoden sind, schützen die in den Porenkuppeldrüsen erzeugten „Befriedungssubstanzen" Obwohl diese bei unseren Tieren nicht direkt nachgewiesen wurden, schließen wir nach dem typischen Verhalten der Ameisen und nach Untersuchungen von MALICKY (1969), der diese Drüse bei allen Lycaeniden, auch bei Unterfamilien, die die echten myrmecophilen Organe nicht besitzen, gefunden hat, daß sie auch hier vorkommen.

Zusätzlich dürften die Raupen aktiven Schutz gegen Parasiten und sonstige Freßfeinde durch die Ameisen genießen, wie dies PIERCE und MEAD (1981) inzwischen für eine Bläulingsart auch experimentell nachweisen konnte. Dieser aktive Schutz beruht darauf, daß die Ameisen die Raupen in größerer Zahl regelmäßig besuchen und sie in ihr Nahrungsrevier einbeziehen. Sie werden ähnlich wie honigtauspendende Homopteren oder extraflorale Nektarien gegen Konkurrenten verteidigt. Dies beruht auf deren Abgabe des nährstoffreichen, vor allem zuckerhaltigen Sekrets in der Newcomer-Drüse, welches die Ameisen, ähnlich wie zu anderen Dauerfutterquellen, immer wieder zurückkehren läßt und zudem die Zahl der Besucher durch Rekrutierung vermehrt.

PIERCE und MEAD (1981) diskutieren in ihrer Arbeit, daß die Raupen möglicherweise so wenig Futterflüssigkeit abgeben, daß die Ameisen keinen effektiven Energiegewinn durch das Newcomer-Sekret erzielen und sozusagen nur getäuscht werden. Die Raupen würden nur Homopteren-Sekret imitieren. Nach unseren früheren Beobachtungen an *Lysandra hispana* (MASCHWITZ et al., 1975) erscheint es problematisch, die Hypothese von PIERCE und MEAD zu verallgemeinern. So haben wir bei großen Larven dieses Bläulings beobachtet, daß permanent vergleichsweise große Mengen des nährstoffriechen Sekrets (ca. 50 Tröpfchen/h) abgegeben werden. Der Ameisenbesuch bei dieser Raupe im Freiland ließ auf Rekrutierung schließen. Zur Abklärung dieser Frage sind in jedem Fall weitere experimentelle Untersuchungen nötig, besonders in Zusammenhang mit der vermuteten Monophagie von *D. theda thesmia* und *S. vivarna amisena*.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Die Raupen von *Tarucus waterstradti vileja* konnten wir nur ein einziges Mal kurzzeitig beobachten, trotzdem sind diese kurzen Beobachtungen aus mehreren Gründen von besonderem Interesse. Wie schon erwähnt wurde, gilt diese Art als extrem selten (CORBET et al., 1978).

Das unterschiedliche Alter der Larven und Puppen zeigte, daß diese nicht aus einem einzigen großen Gelege, sondern aus sukzessiv abgelegten Eiern stammten. Die Fraßstellen fanden sich genau in dem Baumabschnitt, der der Nestbereich und das Revier einer *Crematogaster*-Art war. Die in der unmittelbaren Nachbarschaft befindlichen Äste waren von einer kartonnestbauenden *Dolichoderus*-Art besiedelt und erwiesen sich als völlig frei von Schmetterlingen und Raupen. Zu den *Crematogaster*-Ameisen hatten die Raupen offensichtlich intensive Beziehungen. Sie lieferten ihnen nicht nur ihr Newcomer-Drüsensekret, sondern krochen zur Verpuppung in die Kartonbauten der Ameisen. Dies könnte möglicherweise bedeuten, daß der Schmetterling auf diese *Crematogaster*-Art spezialisiert ist und sie gezielt zur Eiablage aufsucht. Die große Seltenheit des Schmetterlings läßt vermuten, daß darüber hinaus noch eine oligophage Futterpflanzenspezialisierung vorliegt. Über ähnliche Doppelspezialisierungen berichtet ATTSATT (1981) von *Ogyris amaryllis* (Lycaenidae) und *Jalmenus*-Arten (Lycaenidae).

Bei *T waterstradti vileja* verschiebt sich die ursprünglich symbiontische Beziehung zwischen Bläuling und Ameise in Richtung auf eine schädigende Beziehung für die Ameisen. Durch ihre myrmecophilen Organe geschützt, zerstörten die Raupen durch ihr Massenauftreten den Futterpflanzenast, der dem *Crematogaster*-Volk als Revier und Nahrungsgrundlage diente.

Wir kennen ähnliche Formen des Parasitismus auch von anderen Bläulingen (Review bei COTTRELL, 1984). Ein Beispiel hierfür ist das Verhalten mehrerer *Arhopala*-Arten, die an verschiedenen *Macaranga*-Arten (Euphorbiaceae) fressen (MASCHWITZ et al., 1984). Diese Futterpflanzen sind obligatorische Myrmecophyten, die in Südostasien in enger Symbiose mit der Ameise *Crematogaster borneensis* leben. Die Schädigung des pflanzlichen Symbiosepartners durch die Bläulinge hat indirekt auch eine Schädigung des Ameisenpartners zur Folge. Trotzdem werden die Raupen durch ihre myrmecophilen Organe, Newcomer-Drüse und Porenkuppeldrüsen, vor den Ameisen nicht nur sicher geschützt, sondern durch diese auch noch aktiv aufgesucht und verteidigt.

Etwas anders gelagert ist der Parasitismus gegenüber Ameisen bei der Lycaenidenunterfamilie Miletinae. Wir konnten die Biologie einer Miletinen-Art *(Allotinus unicolor* FELDER) im Jahr 1985 eingehend untersuchen (MASCHWITZ et al., im Druck). Diese Raupen sind nicht phytophag, sondern fressen die tie-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

rischen Symbiosepartner der Ameisen, ihre Blattläuse. Der Schmetterling nährt sich vom Honigtau der Läuse. Die Raupen der Miletinae besitzen nur Kuppeldrüsenorgane (MALICKY, 1969), in denen Befriedungssubstanzen erzeugt werden. Sonstige Myrmecophilieorgane, wie Newcomer-Drüse oder Tentakelorgane, fehlen.

Ein Beispiel für direkten Parasitismus von Bläulingen bei Ameisen stellen schließlich die Bläulingsgattungen *Maculinea* und *Lepidochrysops* dar, bei denen die älteren Larven sich von Ameisenbrut ernähren (Übersicht über die umfangreiche Literatur bei COTTRELL, 1984). Bei *Maculinea teleius* beispielsweise verlassen die L_4-Larven ihre Futterpflanze, den Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*), und suchen Duftspuren von *Myrmica*-Arten auf, denen sie in das Ameisennest folgen (SCHROTH und MASCHWITZ, 1984). Hier wird die Ameisenbrut gefressen. Gleichzeitg stellt die Raupe die Abgabe des Newcomer-Sekrets ein, das während der Adoptionsphase stark produziert und an die Ameisen abgegeben wird.

Abschließend läßt sich also eine ganze Palette verschieden gearteter Beziehungen zwischen Lycaenidenraupen und Formiciden erkennen:

A: Ausschaltung der Aggressivität der Ameisen durch „Befriedungssubstanzen" aus den Porenkuppeln der Raupenepidermis, evtl. Signaltäuschung.

B: Fakultativ symbiontische Beziehungen, d.h. nur gelegentlicher Besuch der Raupen durch Ameisen.

Die obligatorische Notwendigkeit des Ameisenbesuches bei einigen Bläulingsraupen, wie sie HARRISON 1905 z.B. für *Aricia agestis* DEN. & SCHIFF (= *Polyommatus astrarche* BGSTR.) beschreibt, ist nach neueren Untersuchungen von RICHTER (unveröffentlicht) zumindest bei dieser Art nicht erforderlich. Er züchtete die Art erfolgreich ohne jeden Ameisenkontakt bis zur Imago.

C: Raupen wirken schädigend oder parasitisch
- a) durch Fraß am Ameisenhabitat (s.o.: *T. waterstradti vileja* FRUHST.)
- b) durch Vernichten der Ameisenhomopteren
  1. indirektes Schädigen durch Befressen des Homopterenhabitats
  2. direkter Fraß der Homopteren (z.B. *A. unicolor* FELDER)
- c) durch direkten Fraß der Ameisenbrut (z.B. *Maculinea* sp.)

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Dank

Die Feldbeobachtungen an der Gombak-Feldstation bei Kuala Lumpur, Malaysia, konnten mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) durchgeführt werden. Herr Lt. Col. J. N. ELIOT, Taunton, GB, übernahm die Determination der drei Lycaeniden-Arten. Die Herren RICHTER und FABEL ermöglichten den Druck der Farbtafel. Den beteiligten Personen und Institutionen sei an dieser Stelle für ihre freundliche Hilfsbereitschaft aufs herzlichste gedankt.

Literature/Literatur

ATSATT, P. R. (1981): Ant-dependent foodplant selection by the mistletoe butterfly *Ogyris amaryllis* (Lycaenidae). – Oecologia **48**: 60–63.

CORBET, A. S., PENDLEBURY, H. M., ELIOT, J. N. (1978): The butterflies of the Malay peninsula. – 3rd Ed. Malayan Nature Society, Kuala Lumpur, Malaysia.

COTTRELL, C. B. (1984): Aphytophagy in butterflies: its relationship to myrmecophily. – Zool. J. Lin. Soc. **79**: 1–57

FLEMING, W. A. (1975): Butterflies of West Malaysia & Singapore. – Vol. II, Longman Malaysia SDN. Berhard, Kuala Lumpur.

HARRISON, J. W. H. (1905): Observations on *Polyommatus astrarche*. – Ent. Rec. **17**: 267–269.

MALICKY, H. (1960): Versuch einer Analyse der ökologischen Beziehungen zwischen Lycaeniden (Lepidoptera) und Formiciden (Hymenoptera). – Tijdschr. Entomol. **112**: 213–278.

MASCHWITZ, U., DUMPERT, K., SEBASTIAN, P. (in press): On the life history of homopterophagus blues (Lycaenidae, Lepidoptera). – Entomol. Gener

MASCHWITZ, U., SCHROTH, M., HÄNEL, H., THO, Y P. (1984): Lycaenids parasitizing plant-ant partnerships. Oecologia (Berlin) **64**: 78–80.

MASCHWITZ, U., WÜST, M., SCHURIAN, K. (1975): Bläulingsraupen als Zuckerlieferanten für Ameisen. – Oecologia **18**: 17–21.

PIERCE, N. E., MEAD, P S. (1981): Parasitoids as selective agents in the symbiosis between lycaenid butterfly larvae and ants. – Sciene **211**: 1185–1187

SCHROTH, M., MASCHWITZ, U. (1984): Zur Larvalbiologie und Wirtsfindung von *Maculinea teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae), einem Parasiten von *Myrmica laevinodis* (Hymenoptera: Formicidae). – Entomol. Gener. **9**: 225–230.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Addresses of the authors/Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. ULRICH MASCHWITZ, Dipl.-Biol. MARTIN SCHROTH, Zoologisches Institut der Universität, Siesmayerstraße 70, D-6000 Frankfurt/Main, Fed. Rep. Germany

Dr. HEINZ HÄNEL, Abteilung für Chemotherapie der Hoechst AG, D-6000 Frankfurt/Main 80, Fed. Rep. Germany

Dr. Y P. THO, Forest Research Institute, Kepong, West-Malaysia.